

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ В ПРОЦЕССЕ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТНОЙ ОБРАБОТКИ ИХ ПОВЕРХНОСТИ

Пономарев А.П.

Руководитель – профессор, доктор технических наук Стеблянко В.Л.

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический

университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск,

antonpon@mail.ru

Подготовка поверхности металла является необходимой технологической операцией во многих процессах передела металлопродукции. Целью подготовки, как правило, является модификация физико-химических свойств поверхности и структуры поверхностных слоёв, направленная на получение высококачественной продукции, снижение энергетических затрат последующих операций передела и повышение ресурса работы обрабатывающего инструмента. Плазменно-электролитный способ является альтернативой существующим традиционным технологиям обработки поверхности металла и превосходит их по качеству достижимого результата. Кроме того, данный способ позволяет как проводить очистку и активацию металлической поверхности, так и совмещать в одну технологическую операцию процессы подготовки поверхности и нанесения металлических покрытий.

В МГТУ им. Г.И. Носова под руководством профессора Стеблянко В.Л. на протяжении ряда лет осуществляются теоретические и экспериментальные исследования по применению плазменно-электролитного способа для модифицирования поверхности металлических изделий. В Лаборатории слоистых композиционных материалов и покрытий был создан ряд устройств для решения таких задач. На этих установках были получены образцы с цинковым покрытием и без, подвергнутые в дальнейшем различным испытаниям для определения полученных ими при обработке свойств и структуры.

Поверхность металла в результате плазменно-электролитной очистки приобретает сложный микрорельеф (рисунок 1). Это положительно сказывается на адгезионных свойствах покрытия к основе с таким микрорельефом. Поверхностный слой имеет ультрамелкозернистую структуру (размер зёрен – 200-500 нм) (рисунок 2), образующуюся за счёт сверхбыстрого охлаждения в процессе обработки. Толщина модифицированного слоя составляет 5-25 мкм. Его микротвёрдость в 2,8 раза выше, чем у металла, не подвергнутого плазменно-электролитной обработке.

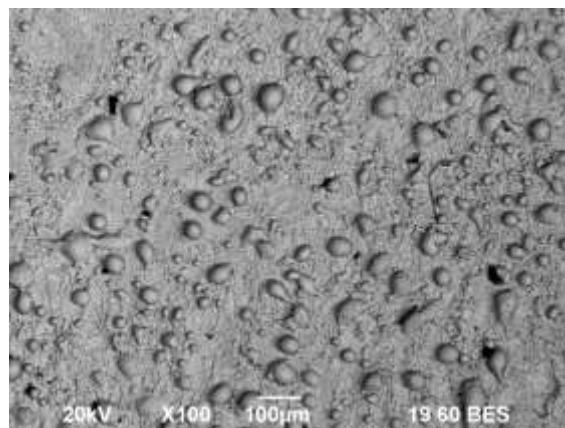


Рисунок 1 – Состояние поверхности металла после плазменно-электролитной обработки, $\times 100$

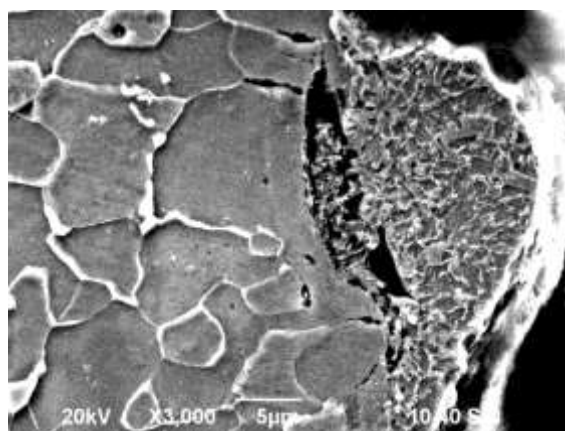


Рисунок 2 – Микроструктура поверхностных слоёв металла после плазменно-электролитной обработки, $\times 3000$

Цинковое покрытие (рисунок 3), полученное плазменно-электролитным способом, преимущественно состоит из чистого цинка, но на границе покрытие – стальная основа имеет место железоцинковое соединение (ζ -фаза), что обуславливает прочное соединение покрытия с основой.

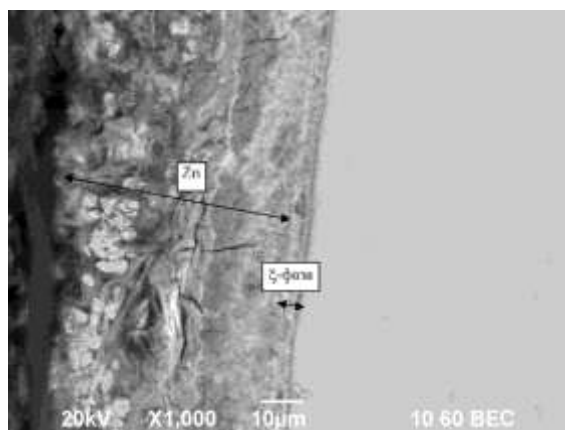


Рисунок 3 – Микроструктура плазменно-электролитного покрытия, $\times 1000$

Исследования по определению коррозионных свойств показали значительное увеличение коррозионной стойкости образцов после плазменно-электролитной обработки. Для образцов из низкоуглеродистой марки стали очистка электроразрядной плазмой позволила перевести их из группы «пониженно-стойкие» (7 баллов по шкале коррозионной стойкости (ГОСТ 5272-68 «Коррозия металлов. Термины»)) в группу «стойкие» (4 балла), к которой относятся и некоторые марки нержавеющей и легированных сталей.

Для образцов с цинковым покрытием, полученным плазменно-электролитным способом, также наблюдается рост коррозионной стойкости. По результатам испытаний в течение 720 часов в камере нейтрального соляного тумана (ГОСТ 9.308-85 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных коррозионных испытаний») было установлено, что при одинаковой поверхностной плотности покрытия скорость коррозии образцов с цинковым покрытием, полученным плазменно-электролитным способом, в 3,4 раза ниже, чем у образцов с гальваническим покрытием, и в 1,2 раза ниже скорости коррозии образцов с покрытием, полученным горячим способом, у которых поверхностная плотность покрытия была в 2 раза больше. При этом степень поражения коррозией для плазменно-электролитного покрытия в 1,7 раза меньше, чем у горячего покрытия, и в 4,8 раза меньше, чем у гальванического.

Существенные изменения наблюдаются и в механических свойствах металла. Испытания на растяжение образцов проволоки (по ГОСТ 10446-80 «Проволока. Метод испытания на растяжение») и ленты (по ГОСТ 11701-84 «Металлы. Методы испытаний на растяжение тонких листов и лент») из различных марок стали показали, что в результате плазменно-электролитной обработки при сохранении временного сопротивления на уровне до обработки относительное удлинение после разрыва возрастает практически в 2 раза по сравнению с необработанными образцами.

Плазменно-электролитный способ во многом лишён недостатков, присущих традиционным способам обработки металлической поверхности, и дополнительно позволяет экономить материальные ресурсы. Его преимуществами являются высокая эффективность, соблюдение экологической чистоты окружающей среды, высокое качество и невысокая стоимость. Плазменно-электролитная обработка выполняется на компактных установках, которые просты в управлении и надёжны в эксплуатации.